



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Evaluación de la función visual tras implante de lente
intraocular trifocal
Visual function evaluation after trifocal intraocular lens
implant

Autora

Natalia García Cruz

Directoras

Irene Altemir Gómez
Galadriel Giménez Calco

Facultad de Ciencias/ Óptica y optometría
2020

RESUMEN

Objetivo: evaluar la función visual de los pacientes sometidos a cirugía de catarata con implante de una lente intraocular trifocal, en comparación con la función visual de los pacientes que cuentan con una lente intraocular monofocal.

Métodos: se seleccionaron pacientes que iban a ser intervenidos de cirugía de catarata en el Hospital Provincial Nuestra Señora de Gracia en Zaragoza. Se les realizó una revisión preoperatoria donde se comprobó que cumplieran los criterios de inclusión y se decidió la potencia y el tipo de lente intraocular a implantar. Se implantaron dos tipos de lentes, por una lado la lente trifocal difractiva FineVision y por otro la monofocal ZCB00. La cirugía se realizó mediante una facoemulsificación de cristalino con posterior implante de la lente intraocular en el saco capsular. Tras la intervención, se llevaron a cabo dos revisiones oftalmológicas completas donde se evaluó el éxito de la cirugía. Al mes de la operación, se realizó una primera visita donde se refraccionó al paciente y se tomó la agudeza visual con el test ETDRS. En la segunda visita realizada a los 3 meses de la operación, se llevó a cabo la medida de la sensibilidad al contraste mediante con el test CSV 1000E en distintas condiciones de iluminación y en presencia de deslumbramiento. En la última visita, realizada a los 6 meses, se hizo la curva de desenfoque con el test ETDRS simulando las distintas distancias con lentes comprendidas entre -4,00 D +1,00 D y la halometría con el software Halo v1.0.

Resultados: se analizaron 28 pacientes con una edad media de $66,07 \pm 7,65$. Los portadores de la lente monofocal obtuvieron un mayor valor del cilindro postoperatorio. Se obtiene mejor agudeza visual con la lente monofocal que con la lente trifocal, concretamente en las medidas con la corrección para visión lejana del paciente. En la curva de desenfoque fotópica y mesópica para los portadores de la lente intraocular FineVision, se observan dos puntos de mayor agudeza visual que coinciden con el foco de visión próxima y visión lejana. El foco de visión intermedia es el que resulta más afectado cuando disminuye la iluminación. En cuanto a la sensibilidad al contraste, existen diferencias estadísticamente significativas para frecuencias altas y medias en los portadores de la lente trifocal. En general, los pacientes con lente monofocal obtienen mejores resultados en la sensibilidad al contraste pese a no ser significativos. En la halometría no existen diferencias entre la lente monofocal y la trifocal.

Conclusión: la agudeza visual fotópica con corrección es mejor en los pacientes con lente monofocal y esta se ve más afectada por el deslumbramiento en los pacientes con la lente trifocal. La curva de desenfoque presenta dos picos correspondientes con el foco de visión lejana y el foco de visión próxima. El foco que más se ve afectado al disminuir la iluminación es el de visión intermedia. La sensibilidad al contraste se ve más comprometida en frecuencias medias y altas para los pacientes con la lente trifocal. Por último, no se han encontrado diferencias significativas en la halometría de los pacientes con lente monofocal y trifocal.

Palabras clave: lentes intraoculares, agudeza visual, sensibilidad al contraste, curva de desenfoque, halometría

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	JUSTIFICACIÓN DEL TEMA	1
1.2.	CATARATA.....	1
○	1.2.1. DEFINICIÓN.....	1
○	1.2.2. CLASIFICACIÓN	1
○	1.2.3. TRATAMIENTO.....	2
1.3.	LENTES INTRAOCULARES	3
○	1.3.1. DEFINICIÓN.....	3
○	1.3.2. TIPOS	4
2.	HIPÓTESIS.....	7
3.	OBJETIVOS.....	7
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	7
4.2.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	7
4.3.	PROTOCOLO EXPLORATORIO	8
○	4.3.1. PREOPERATORIO	8
○	4.3.2. MÉTODO QUIRÚRGICO	8
○	4.3.3. POSTOPERATORIO.....	8
4.4.	METODOLOGÍA DEL PROTOCOLO EXPLORATORIO.....	9
○	4.4.1. BIOMETRÍA	9
○	4.4.2. ABERROMETRÍA.....	9
○	4.4.3. TOPOGRAFÍA	9
○	4.4.4. MEDIDA DE LA AV.....	10
○	4.4.5. MEDIDA DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE.....	10
○	4.4.6. CURVA DE DESENFQUE.....	11
○	4.4.7. HALOMETRÍA.....	11
○	4.4.8. LENTES INTRAOCULARES UTILIZADAS.....	12
○	4.4.9. MÉTODO ESTADÍSTICO.....	13
5.	RESULTADOS	13
6.	DISCUSIÓN	18
7.	CONCLUSIÓN	21
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	22

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

En la actualidad, el 80% de los casos de discapacidad visual mundial son reversibles, siendo la catarata la que provoca el 33% de esta disfunción. Esta puede solucionarse mediante una cirugía de extirpación del cristalino con una posterior implantación de una lente intraocular. Dichas lentes, además de sustituir al cristalino, también intentan compensar el error refractivo del ojo, el cual es el primer causante de disminución visual global, evitando así la necesidad de utilizar corrección óptica tras la cirugía.¹

La catarata es una patología que aparece con más frecuencia en personas de avanzada edad. Esto, unido al envejecimiento de la población y al aumento de la esperanza de vida, provoca un incremento significativo de la prevalencia de esta patología².

También, cabe destacar que hoy en día el uso diario de dispositivos electrónicos como tabletas, móviles y ordenadores hacen necesaria una buena visión a distancias próximas e intermedias. Además, las personas disfrutan de buena salud hasta edades cada vez más avanzadas, permitiéndoles tener aficiones que les hacen ser más exigentes con la calidad visual. Este estilo de vida, ligado al aumento de los implantes de lente intraocular, hace que surjan nuevas lentes que intentan suplir dicha necesidad de visión a varias distancias, prescindiendo del uso correcciones externas.

Es por todo esto que resulta interesante en este marco social el estudio de las lentes multifocales, su calidad visual y óptica a las diferentes distancias y en los diferentes focos que presentan.

1.2. CATARATA

1.2.1. DEFINICIÓN

La catarata se define como la opacificación del cristalino la cual produce una disminución de la visión. Es la principal causa de ceguera tratable en el mundo¹.

Esta pérdida de transparencia puede producirse en cualquier momento de la vida, pero tiene lugar con mayor frecuencia a edades avanzadas. Aparece por la hidrólisis y aglutinación de las proteínas del cristal que se producen por la alteración en la concentración de sales y de iones de hidrógeno. Todas estas alteraciones dan lugar a un cambio en el índice de refracción del cristalino, lo que dará lugar a los distintos síntomas.

Esta patología produce una pérdida generalizada de las funciones visuales: disminuye la agudeza visual (AV) y la sensibilidad al contraste (SC), altera la percepción de los colores, produce la aparición de halos alrededor de las luces, dificulta la visión en bajas condiciones de luz y puede provocar cambios refractivos como miopización.

1.2.2. CLASIFICACIÓN

Existen varias formas de clasificar las cataratas:

- Según la localización:³
 - Capsular posterior: opacificación de la cápsula posterior. Se produce por la proliferación y migración de las células epiteliales de la zona central a la cápsula posterior. Esto da lugar a estrías perlas y fibrosis.
 - Nuclear: opacificación del núcleo fetal, de donde se extiende hasta ocupar todo el cristalino. Tiene un progreso lento. Suele aparecer a edades avanzadas. Al comienzo de la aparición es incolora, pero con la madurez va tomando un tono amarillento cada vez más oscuro el cual perjudica notoriamente la visión.
 - Cortical: opacificación de la corteza en forma de cuñas. Se caracteriza por la hidratación del cristalino, la cual da lugar a la aparición de vacuolas y hendiduras que al rellenarse de agua producen la desnaturalización de las proteínas.

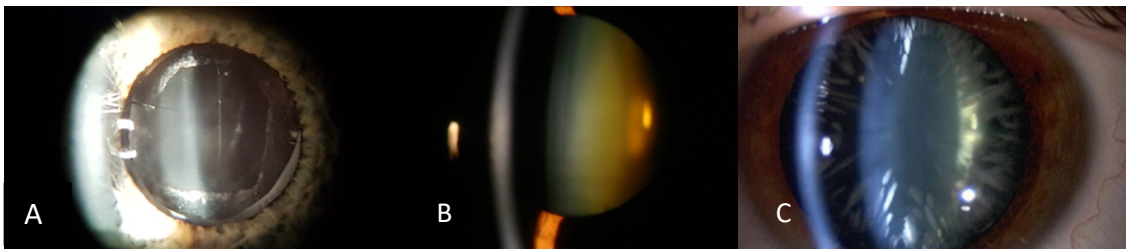


Figura 1: Catarata capsular posterior (A)⁴; catarata nuclear (B)⁵; catarata cortical (C)⁶.

- Según el desarrollo: Inmadura, en evolución, madura y morgoniana.
- Según la etiología: senil, traumática, tóxica y metabólica
- Según la forma clínica:
 - Congénita: se debe a anomalías cromosómicas, enfermedades sistémicas o metabólicas, infecciones intrauterinas y prematuridad asociada a anomalías oculares. En países subdesarrollados o en vías de desarrollo, la rubeola congénita es otra de las causas de la aparición de dicha patología⁷.
 - Adquirida: producidas por traumatismos, enfermedades sistémicas, intoxicación y edad (catarata senil).
- Clasificación LOCS III: se basa en la comparación de distintos grados de opacidad de las cataratas para cuatro características: el brillo de la región nuclear, llamado opalescencia nuclear (NO), la intensidad de la brunescencia, llamada color nuclear (NC) y el grado de opacidad cortical (C) y subcapsular (P)⁸.

1.2.3. TRATAMIENTO

Actualmente el único tratamiento eficaz es la extirpación quirúrgica de la catarata y la posterior implantación de una lente intraocular⁹.

Existen varias técnicas de extracción del cristalino:

- Extracción intracapsular en la cual se extirpa tanto la catarata como la cápsula en una sola pieza. Esta técnica se utilizaba en siglo XIX y XX para la extracción de cataratas no muy maduras

que con las otras técnicas podían producir complicaciones como la pérdida vítrea. La desventaja de este tratamiento quirúrgico es el posible desprendimiento de retina por el desplazamiento del humor vítreo tras la extracción de la cápsula. En la actualidad es una técnica raramente utilizada pero se sigue llevando a cabo en regiones de extrema pobreza⁶.

- Extracción extracapsular con la cual se extirpa el núcleo y posteriormente se aspira la corteza en varios segmentos. Hay diversas técnicas de extracción las cuales se orientan a fragmentar el cristalino previamente para conseguir realizar la menor incisión posible.¹⁰
- La facoemulsificación es una cirugía extracapsular que mantiene intacta la cápsula posterior para evitar la hemorragia vítrea y la luxación posterior de los fragmentos del cristalino. Se realiza una pequeña incisión corneal o escleral y una abertura circular en la cápsula anterior llamada capsulorrexis. Se introduce un viscoelástico para proteger el endotelio y a través de ultrasonidos se rompe el cristalino y se aspiran los restos. Por último, se introduce la lente intraocular plegada cuyos hápticos se apoyarán en la cápsula anterior.
La ventaja de esta técnica con respecto a las anteriores es el tamaño de la incisión, ya que se reduce significativamente consiguiendo así una mayor seguridad de la cirugía, un menor riesgo de inducir astigmatismo y de producir prolapso de iris. Esto se produce como consecuencia de la necesidad de una sutura menor y permite utilizar anestesia tópica.
Las complicaciones suelen producirse por una mala dilatación pupilar dando lugar a desinserción zonular. Otras complicaciones son la pérdida de humor vítreo, la ruptura de la cápsula posterior, la luxación del núcleo hacia la cavidad vítrea y fuertes reacciones inflamatorias.¹¹
- La extracción asistida por láser de femtosegundo utiliza el laser para cortar el tejido mediante vaporización con un pulso muy rápido (10^{-15} segundos) lo que permite preservar las estructuras oculares y conseguir mejores resultados en la cirugía de catarata. Posee una longitud de onda cercana al infrarrojo, la cual no es absorbida por los tejidos transparentes y permite enfocar y realizar las incisiones con mayor precisión.
La capsulorrexis se realiza con el laser, lo que permite hacer incisiones más precisas y que por lo tanto optimizarán el posicionamiento y el posterior funcionamiento de la lente intraocular implantada.
El laser puede utilizarse para fragmentar el núcleo del cristalino e intentar reducir así la cantidad de energía de ultrasonido de la facoemulsificación. Esto disminuye el riesgo de complicaciones capsulares y lesiones del endotelio corneal.
El resto del proceso se lleva a cabo igual que en la facoemulsificación.
Además de las ventajas comentadas anteriormente, esta técnica permite realizar incisiones relajantes más precisas que las realizadas de manera manual, obteniendo así correcciones de astigmatismo más fiables.¹²

1.3. LENTES INTRAOCULARES

1.3.1. DEFINICIÓN

Son unos implantes que intentan corregir el defecto refractivo del paciente proporcionando así una buena calidad visual sin la necesidad de uso de gafas.

El campo de las lentes intraoculares (LIO) está en continuo desarrollo para conseguir el mejor resultado visual en el paciente. Para ello, es muy importante hacer una buena selección del tipo de LIO, así como realizar previamente la biometría al paciente para elegir la fórmula de cálculo adecuada. Así mismo, también es muy relevante informar al paciente de la LIO y los distintos tipos para no crear falsas expectativas sobre las mismas.¹³

1.3.2. TIPOS

Existen numerosos diseños de LIOs los cuales se elegirán según el resultado que se quiera conseguir y las características anatómicas del globo ocular del paciente.

Estas lentes pueden clasificarse de varias formas:

Según el lugar de implantación

- Cámara posterior: la inserción se realiza en el saco capsular. Esta se lleva a cabo cuando se ha extraído el cristalino previamente por lo que se puede colocar en su lugar. Son las utilizadas en cirugía de catarata.
- Cámara anterior: se utilizan cuando no es posible implantarlas en el saco capsular, bien sea por problemas de apoyo o porque el cristalino no haya sido extraído previamente, como en las cirugías refractivas con LIO.

Según su función:

- Afáquicas: sustituyen el cristalino y se insertan en el saco capsular
- Fáquicas: se utilizan para la corrección de errores refractivos cuando otro tipo de cirugías no son indicadas, como en el caso de ametropías muy elevadas o corneas con espesores insuficientes para el uso de técnicas como el Lasik¹⁴, la presencia de queratocono tanto estable como inestable, tras trasplante de córnea, después de una pseudofaquia.¹⁵ La lente se implanta en el ojo con la presencia del cristalino. Pueden colocarse tanto en la cámara anterior como en la posterior.

Según el error refractivo que corrigen:

- Monofocales: tienen un único foco de enfoque nítido. Se calcula la lente para que el paciente obtenga una buena visión lejana. Sin embargo, seguirá necesitando gafas para visión próxima. Si la LIO presenta simetría de revolución (esférica) no compensará el astigmatismo del paciente por lo que presentará un astigmatismo final igual al astigmatismo corneal, aunque, a este también se sumaría el astigmatismo producido por la incisión durante la cirugía y en menor medida la inclinación de la LIO.

En el caso de astigmatismos no despreciables, existen las lentes intraoculares tóricas. Este tipo de LIO tienen mayor efecto cuanto menor longitud axial tiene el ojo por lo que corrige más astigmatismo en hipermetropes que en miopes. El inconveniente de estas es la posibilidad de rotación espontánea postquirúrgica.¹⁶

También existe la posibilidad de no utilizar gafas a través de la monovisión, en la cual uno de los ojos se deja emétrope en visión lejana (VL) y al otro se queda miopizado para poder enfocar a distancias intermedias o próximas. Con ella se pierde la estereopsis. Es necesario conocer la distancia de trabajo del paciente y el ojo dominante para llevarla a cabo ya que este será el

emétrope y el no dominante se dejará con una esfera de entre -1 y -2 dioptrías¹⁷. Está contraindicado para personas con problemas de binocularidad.

Otra solución utilizando lente monofocal es dejar al paciente miope en ambos ojos ya que así obtendrá una buena visión próxima (VP) e intermedia (VI) y peor lejana que es a lo que estarían acostumbrados personas con una miopía muy alta o magna.

Estas lentes al no producir la división de la luz en varios focos optimizan al máximo la función visual del paciente y por lo tanto consiguiendo una mayor calidad óptica final. Es por esto que son las LIOs más utilizadas actualmente.¹⁸

- Acomodativas: se basa en la contracción y relajación del músculo ciliar durante la acomodación. Al contraerse se estiran las fibras zonulares provocando que la potencia de la lente aumente al desplazarse hacia delante y permitirá así tener una visión próxima buena. Debido al movimiento que tiene que realizar la LIO es especialmente importante estudiar el tamaño de la cámara anterior antes de la cirugía.

Este tipo tiene como desventaja la disminución del movimiento por acomodación con el paso del tiempo, además de un daño de las células endoteliales de la córnea por el roce con la lente. Por todo esto son poco utilizadas actualmente ya que se consiguen los mismos e incluso mejores resultados con las multifocales.¹⁹

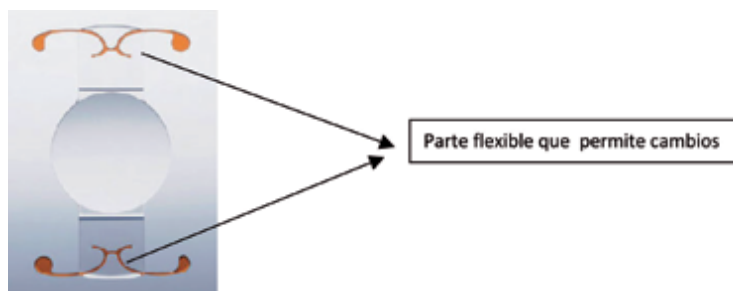


Figura 2: lente intraocular acomodativa¹³

- Multifocales: logran una visión nítida a diversas distancias. Dentro de este grupo se encuentran las lentes bifocales y las trifocales. El concepto de multifocalidad se define como la capacidad del cerebro para elegir entre dos imágenes diferentes producidas simultáneamente por diferentes elementos ópticos de la LIO adaptándose así a la visión de lejos o cerca dependiendo donde mire el paciente. El sistema visual recibirá simultáneamente dos imágenes, una borrosa la cual suprimirá, y otra nítida que será con la que se quede.

Es muy relevante el centrado en las lentes multifocales ya que se ha demostrado que los descentramientos pueden producir disminución de la agudeza visual (AV) final en distancias lejanas e intermedias. Sin embargo, a la visión próxima no afectaría.²⁰

Este tipo de LIO disminuye la sensibilidad al contraste (SC) debido a que los haces de luz deben dividirse entre los distintos focos por lo que el foco el cual dará lugar a la imagen retiniana tendrá una luminosidad inferior, así como por la presencia de aberración esférica. También provoca la aparición de halos alrededor de las luces²¹.

Encontramos varios tipos de multifocales:

- Refractiva: presenta en la superficie anterior dos o más zonas con anillos concéntricos de distintos radios y focales diversas. Cada zona mejora la visión en una distancia. Pueden tener 2, 3 o 5 anillos.

Este tipo de lentes son pupilodependientes por lo que es importante que el tamaño de la pupila del paciente sea lo suficientemente grande como para que abarque los anillos refractivos²².



Figura 3: lente intraocular multifocal²³

- Difractiva: está formada por anillos concéntricos por la cara anterior o posterior. Estos anillos forman unos escalones tallados en la lente. Se produce el fenómeno de difracción cuando la luz incide sobre ellos debido a su comportamiento ondulatorio. Cuanto mayor sea la altura de los escalones mayor será el aumento y esta va disminuyendo hacia la periferia de la lente. La variación de energía lumínica que se concentra en cada uno de los focos depende de la altura de los escalones, concentrando mayor energía cuanto más altura tenga dichos escalones. La anchura de los escalones determina el valor de la adición, de manera que, a menor anchura, mayor será la adición. Estas lentes no son pupilodependientes como las anteriores ya que la parte difractiva no depende del tamaño de la pupila²².
- Difractiva apodizada: está formada por anillos concéntricos que forman escalones en la cara anterior o posterior de la lente. En la zona central, son igual que las difractivas, pero conforme se alejan hacia la periferia va tomando un comportamiento refractivo. En condiciones de iluminación elevada, cuando se presentan pupilas de tamaños pequeños, la luz pasará a través de la zona difractiva, enviando luz simultáneamente a todos los focos. Cuando aumente el tamaño de la pupila, la luz pasará a través de la zona refractiva provocando que haya una mejor condición para la visión lejana ya que aumenta la intensidad lumínica que llega a la retina en este foco. Este diseño es el que aporta mejor calidad de imagen y menor presencia de halos y deslumbramientos en visión nocturna.²⁴

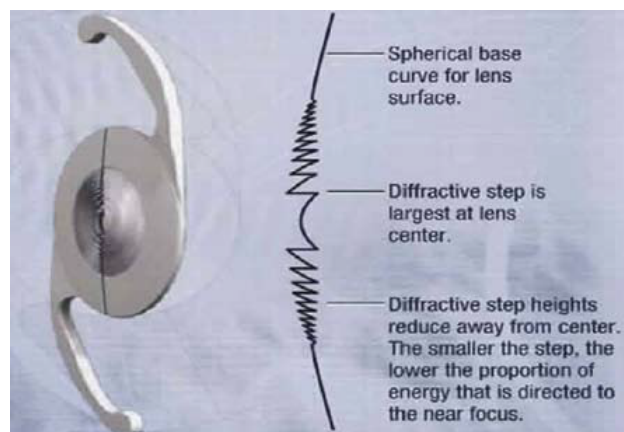


Figura 4: lente intraocular multifocal difractiva apodizada²⁵

2. HIPÓTESIS

Las lentes trifocales presentan mejor calidad visual a diferentes distancias y calidad óptica similar a las monofocales.

3. OBJETIVOS

- Comparar la agudeza visual (AV) en distancia lejana con diferentes condiciones de iluminación entre los pacientes con lente trifocal FineViosion de PhysiOL y los pacientes con lente monofocal ZCB00 de Johnson & Johnson Vision.
- Analizar la curva de desenfoque en condiciones fotópicas y mesópicas.
- Comparar la sensibilidad al contraste de los pacientes con la lente trifocal FineVision de PhysiOL y la monofocal ZCB00 de Johnson & Johnson Vision.
- Comparar la halometría mediante el software Halo V1 entre los pacientes con lente trifocal y monofocal.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Para este estudio se han seleccionado a 13 pacientes con diagnóstico de catarata en ambos ojos que fueran a someterse a una facoemulsificación del cristalino y posterior implante de LIO trifocal y 15 pacientes con diagnóstico de catarata que fueran a someterse a una cirugía de facoemulsificación de cristalino y posterior implante de LIO monofocal en el Hospital Provincial Nuestra Señora de Gracia. El estudio ha sido realizado en la Unidad de función visual del Hospital Provincial Nuestra Señora de Gracia de Zaragoza desde octubre de 2019 hasta febrero de 2020.

El protocolo de estudio fue diseñado siguiendo las directrices de la declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité ético local.

4.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Los criterios de inclusión y exclusión de los pacientes utilizados en este estudio se detallan a continuación.

Inclusión:

- Pacientes incluidos en la lista de espera para cirugía de catarata en el Hospital Nuestra Señora de Gracia.
- Astigmatismo corneal menor de una dioptría.
- Aberraciones de alto orden menor o igual a 0,300 micras.
- Aberración esférica mayor de 0,1 micras.

- Diámetro pupilar en visión escotópica menor de siete milímetros.

Exclusión:

- Presencia de patología ocular.
- Existencia de alguna patología sistémica que afecte al globo ocular.

4.3. PROTOCOLO EXPLORATORIO

En el protocolo exploratorio se llevan a cabo una visita preoperatoria y tres visitas postoperatorias, las cuales tienen lugar uno, tres y seis meses después de la operación.

4.3.1. PREOPERATORIO

En esta primera visita se hace un examen visual completo el cual incluye:

- Anamnesis completa con antecedentes personales generales y oftalmológicos.
- Toma de agudeza visual (AV)
- Medida de la presión intraocular (PIO)
- Biomicroscopía de polo anterior y fondo de ojo (FO)
- Contaje endotelial
- Tomografía de coherencia óptica (OCT) macular

Tras hacer dichas pruebas, si cumplen los criterios de inclusión se realizan las siguientes pruebas específicas.

Se realiza una biometría con la que se calcula la potencia de la lente intraocular que posteriormente le será implantada al paciente. La aberrometría y topografía son otras de las pruebas que se llevan a cabo.

Con dichos datos se observa si el paciente cumple los criterios para llevar LIO trifocal o en su defecto, una monofocal.

4.3.2. MÉTODO QUIRÚRGICO

Se realizó mediante la técnica de facoemulsificación del cristalino y posterior implante de la LIO en el saco capsular con incisiones de 2,75 mm a 180°. El segundo ojo fue operado aproximadamente un mes después del primero. Todas las cirugías fueron ejecutadas por los cirujanos experimentados JLP y AMO. Durante la cirugía se implantó la lente intraocular trifocal Finevision de PhysiOL o la monofocal ZCB00 de Johnson & Johnson Vision.

Se excluyó del estudio a todos los pacientes que presentaran cualquier complicación durante el procedimiento quirúrgico.

4.3.3. POSTOPERATORIO

Se realizan dos revisiones oftalmológicas al día y a la semana siguiente de la cirugía, donde se realizaron exámenes completos con lámpara de hendidura, observación del fondo de ojo y medida de la presión intraocular (PIO). Los resultados de dichas revisiones no se incluyen en este estudio.

Tras asegurarse del éxito de la implantación de la lente en ambos ojos se visita a los pacientes en tres ocasiones, 1, 3 y 6 meses después de la cirugía del último ojo operado.

En la primera visita postoperatoria, que se realiza al mes de la intervención del último ojo operado, se lleva a cabo la refracción mediante el método de máximo positivo para máxima agudeza visual (MPMAV) y toma de agudezas visuales.

En la segunda visita postoperatoria, realizada a los 3 meses de la operación se realiza el test de sensibilidad al contraste.

Por último, en la visita postoperatoria hecha a los 6 meses de la cirugía se realiza la curva de desenfoque y la halometría.

En todas las visitas postoperatorias se lleva a cabo una aberrometría y topografía.

Dichas técnicas pasan a desarrollarse a continuación.

4.4. METODOLOGÍA DEL PROTOCOLO EXPLORATORIO

4.4.1. BIOMETRÍA

La biometría se realizó con el biómetro óptico IOL Master 700® de Zeiss el cual utiliza la tecnología Swept Source para tomar las imágenes de la tomografía de coherencia óptica (OCT).

Mediante esta técnica realiza con una sola imagen las mediciones de longitud axial (LA), queratometría (K), longitud de cámara anterior (ACD), grosor corneal central y grosor del cristalino.²⁶ Las mediciones fueron tomadas con la luz de la propia sala.

El cálculo de la potencia de la LIO para emetropía se realizó en todos los pacientes utilizando la fórmula SRK/T de tercera generación, la cual utiliza la K y la LA para dicho cálculo.

4.4.2. ABERROMETRÍA

La aberrometría ha sido llevada a cabo por el analizador de frente de onda KR-1W de Topcon. Este instrumento mide las aberraciones de alto orden (HOA) oculares totales, toma la pupilometría, la queratometría y el autorrefractómetro todo esto en cuatro imágenes. Tanto la pupilometría como las HOA se miden en condiciones fotópicas y escotópicas, mientras que la queratometría y el autorrefractómetro se miden únicamente en condiciones escotópicas de iluminación.

El KR-1W utiliza el sensor de frente de onda Hartmann-Shack y anillos de plácido para realizar la topografía.²⁷

De los datos tomados cabe destacar el RMS que es la suma total de las HOA con dos tamaños pupilares distintos de cuatro y seis milímetros, la aberración esférica corneal, la alineación del eje visual y ocular, el central k, delta K.

4.4.3. TOPOGRAFÍA

La topografía se realiza con el Pentacam® de Oculus el cual analiza el segmento anterior mediante una cámara con sistema de rotación Scheimpflug. El sistema de rotación permite obtener información de muchos puntos del centro de la cornea y la presencia de una cámara pupilar suplementaria permite capturar los movimientos oculares durante el examen para realizar correcciones automáticas de las medidas tomadas. Toma los datos de la topografía, el grosor corneal y la elevación de la cara anterior y posterior de la córnea.²⁸

El examen se realiza en condiciones de iluminación escotópica.

Los resultados que proporciona esta prueba son los datos queratométricos, tanto de la superficie anterior como de la posterior del ojo examinado. Esta información es crucial para optimizar la potencia de la LIO elegida, ya que, si no se estiman los datos de la cara posterior de la córnea, se podrían obtener

resultados refractivos diversos a los esperados tras la cirugía de catarata¹⁵. Además, se obtiene el astigmatismo total corneal y la aberración esférica corneal.

4.4.4. MEDIDA DE LA AV

Se toma la AV con el test ETDRS según el principio de Bailey-Lovie. Cada fila está formada por 5 letras separadas entre sí una distancia regular, así mismo la distancia entre filas las cuales poseen una progresión logarítmica de 0,10 unidades logarítmicas²⁹. Se anotan los resultados con anotación log MAR.

En este estudio las condiciones de iluminación fotópicas son 94 cd/m², mientras que las mesópicas son de 6 cd/m²

En el preoperatorio se realiza una medida de la AV en visión lejana (4 metros) en condiciones fotópicas de iluminación.

En la primera visita postoperatoria se mide la AV en visión lejana en condiciones de iluminación fotópica, mesópica, fotópica con deslumbramiento y mesópica con deslumbramiento. El efecto de deslumbramiento se realiza colocando dos apliques de luz a los lados de la carta y todas las medidas se miden con y sin corrección. También se toma la AV en visión intermedia (63 centímetros) y en visión próxima (40 centímetros) en condiciones fotópicas.

Todas las agudezas visuales se han medido de manera monocular y binocular.

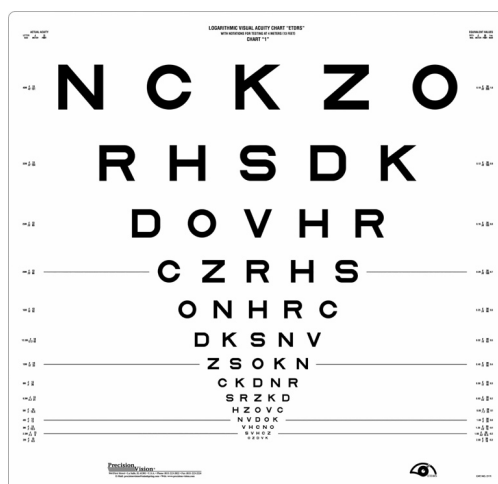


Figura 5: Carta ETDRS²⁹

4.4.5. MEDIDA DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Se realiza con el test CSV 1000E el cual está formado por cuatro frecuencias espaciales de 3, 6, 12 y 18 ciclos por grado, cada una de las cuales posee ocho niveles de contraste, los cuatro primeros disminuyen en pasos de 0,17 unidades logarítmicas y los cuatro siguientes en pasos de 0,15. Cada frecuencia contiene dos filas de círculos y en uno de ellos se encuentra una rejilla de frecuencia y contraste determinada. Este test posee un sistema de iluminación de 85 cd/m².³⁰

El examen se lleva a cabo con el paciente sentado a dos metros de distancia, con su corrección óptica y tanto monocular como binocular. Se toma la sensibilidad al contraste en condiciones de iluminación fotópica (con luminancia de 94 cd/m²), mesópica (con luminancia de 6 cd/m²), fotópica con deslumbramiento y mesópica con deslumbramiento, dicho efecto se consigue con las luces que lleva integradas el propio test.



Figura 6: Test CSV 1000E³⁰

4.4.6. CURVA DE DESENFQUE

La curva de desenfoque (CD) es una herramienta gráfica con la cual se compara la agudeza visual de cada paciente a distintas distancias, desde el infinito hasta visión próxima, para ello se simulan las vergencias que subtienden los optotipos a las distintas distancias a través de lentes negativas y positivas. Esta medida se lleva a cabo con el test ETDRS con anotación log MAR colocado a cuatro metros de distancia tanto en condiciones de iluminación fotópica (94 cd/m²) como mesópicas (6 cd/m²). Se realizó de manera monocular en ambos ojos y binocular, con la corrección óptica del paciente para visión lejana.

En este estudio, para simular las vergencias de distancias próximas se utilizan las lentes negativas, comenzando por -4,00 dioptrías y disminuyendo la potencia en pasos de 0,50 dioptrías hasta llegar a +1,00 dioptrías, todo esto se realizó utilizando un foróptero. Con esto se consigue medir la agudeza visual de todos los focos en el caso de las lentes multifocales.

A continuación, se detalla la distancia que simula cada una de las lentes.

D	-4,00	-3,50	-3,00	-2,50	-2,00	-1,50	-1,00	-0,50	0,00	+0,50	+1,00
cm	25	29	33	40	50	67	100	200	∞	-	-

Figura 7: Distancia en centímetros que simula cada una de las lentes en dioptrías que se le colocan al paciente para llevar a cabo la curva de desenfoque.

4.4.7. HALOMETRÍA

Esta técnica se realizó utilizando el software Halo v1.0 desarrollado por el Laboratorio de Ciencias de la Visión y Aplicación de la Universidad de Granada el cual se instala en un ordenador con un monitor calibrado. Dicho software permite cuantificar la presencia de los halos en pacientes sometidos a técnicas de emetropización o en este caso, facoemulsificación con posterior implantación de LIO. La distancia a la que se realiza el test puede variar dado que los parámetros espaciales como radio del estímulo central, periférico, número de estímulos por semieje, entre otros, así como los parámetros temporales como el tiempo de oscuridad inicial, el tiempo de exposición de los estímulos periféricos, entre otros, son modificables, para este estudio la prueba se realizó a 2 metros. Este software incluye perfiles de parámetros predefinidos, para este estudio se utilizó el Perfil 1 el cual está indicado para sujetos con buena discriminación de estímulos periféricos.

El test muestra un estímulo luminoso central sobre fondo negro y posteriormente va mostrando estímulos luminosos periféricos en distintas posiciones y a distintas distancias de manera progresiva. El sujeto mirando constantemente al estímulo central, debe presionar el botón de un ratón cada vez que perciba uno de los estímulos periféricos.

Los resultados que proporciona el test después de su realización son el índice de discriminación lineal y cuadrático, los cuales varían de 1 a 0, siendo 1 la mejor discriminación posible en el test y 0 la peor y el índice de alteración lineal y cuadrático, los cuales varían del 0 al 1, siendo 0 la mejor discriminación posible del test y 1 la peor.³¹

En este estudio se mide la halometría en condiciones escotópicas de iluminación (3 cd/m^2), de manera monocular y binocular y con la corrección óptica de cada paciente.

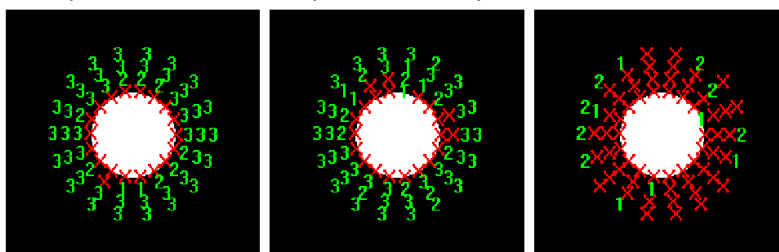


Figura 8: resultados de halometría con el software Halo v1.0³²

4.4.8. LENTES INTRAOCULARES UTILIZADAS

En este estudio se implantaron a los pacientes durante la cirugía de catarata dos tipos de LIOs, por un lado, una LIO trifocal y por otro una LIO monofocal las cuales se caracterizan a continuación.

La FineVision de PhysIOL es una lente biconvexa esférica trifocal difractiva. Está formada por ácido hidrofóbico con filtro para la radiación ultravioleta (UV) y para la luz azul. Es la primera lente difractiva trifocal. Está formada por dos perfiles difractivos, de manera que proporciona para visión próxima +3,50 D y para visión intermedia +1,75 D. La óptica de la lente está diseñada para distribuir el 43% de la energía luminosa para visión lejana, el 28% para visión próxima y el 15% para visión intermedia para una pupila de 3 mm de diámetro. El resto de energía luminosa se pierde. Presenta cuatro hápticos que mejoran su estabilidad y tecnología de doble borde cuadrado para evitar la opacificación capsular ya que este diseño colocado en el límite de la óptica de la lente y el comienzo del háptico hace de barrera contra la migración de las células epiteliales³³.

La ZCB00 de Johnson & Johnson Vision es una lente biconvexa esférica de cara anterior con diseño wavefront. Está formada por ácido hidrofóbico y posee filtro para la radiación UV. Presenta dos los hápticos en forma de C desplazadas hacia la zona anterior.

Las especificaciones técnicas de ambas lentes se describen en la figura ^{34,35}:

	FineVision	ZCB00
Diámetro total (mm)	10,75	13
Diámetro óptico (mm)	6,15	6
Aberración esférica (μm)	-0,11	-0,27
Índice de refracción	1,46	1,47
Angulación ($^\circ$)	5 $^\circ$	-
Número de Abbe	58	58
Tamaño de incisión (mm)	mayor de 1,7	2,2-2,4
Rango de poder esférico (D)	De 10 a 35 en pasos de 0,50	De 5 a 34 en pasos de 0,50
Constante A de manufacturación	118,8	118,8
Constante A sugerida para la fórmula SRK/T	118,8	119,3

Figura 9: tabla de especificaciones técnicas de las LIOs FineVision y ZCB00

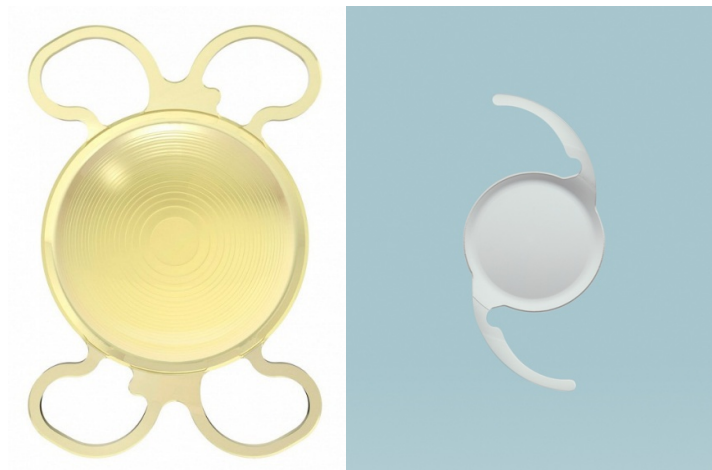


Figura 10: LIO multifocal FineVision³⁴; LIO monofocal ZCB00³⁵

4.4.9. MÉTODO ESTADÍSTICO

Los datos pre y postoperatorios de los pacientes se recogieron en una base de datos creada con Excel (Microsoft® Excel para Mac, versión 16.36, Microsoft 365). Posteriormente se exportó esta base de datos al software SPSS (IBM SPSS Statistics Subscription) para llevar a cabo todos los análisis estadísticos del estudio.

Se realizó la estadística descriptiva para determinar las características de los pacientes y los valores obtenidos en las diversas pruebas. Para ello se calculó la media, la desviación estándar (DE), el mínimo y el máximo.

La estadística inferencial nos permitió extender los resultados obtenidos a toda la población. El diseño del estudio es de tipo transversal ya que las muestras que se compararon, grupo de lentes monofocales y grupo de lentes multifocales, son independientes. Para comprobar la normalidad de las variables se realiza el test de Kolmogorov-Smirnov, ya que la muestra es mayor de 30. Para las variables que cumplían la normalidad, se realizó la prueba de LEVENE para igualdad de varianzas, que indica si se puede o no asumir varianzas iguales. A continuación, mediante la prueba t de Student para muestras independientes, se observa el valor de significancia bilateral con el cual, se aceptará o rechazará la hipótesis alternativa. Para las variables que no cumplían la normalidad se realizó el test no paramétrico de U de Mann Whitney. Con esto se obtuvieron las diferencias entre variables y grupos, considerando como rango de significancia 0,05.

5. RESULTADOS

En el estudio se analizaron un total de 56 ojos de 28 pacientes, de los cuales la 50% fueron ojos derechos, y el otro 50% izquierdos. En cuanto a la edad, presenta una media de $66,07 \pm 7,65$ comprendida entre los 48 y 83 años.

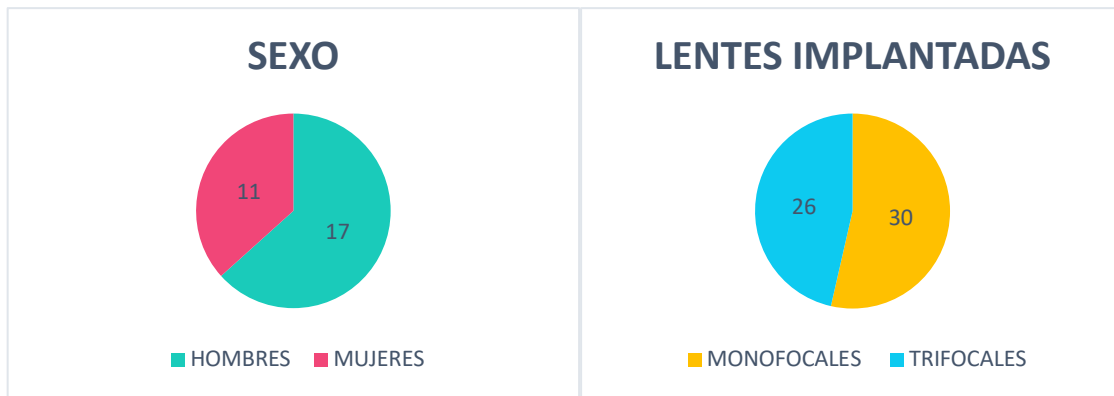


Figura 11: distribución por frecuencia según el sexo.

Figura 12: distribución por frecuencia de las LIOs implantadas.

Los datos preoperatorios difractivos de los pacientes se recogen en la siguiente tabla.

	ZCB00	FineVision	p valor
AL (mm)	23,73 ± 0,91	23,54 ± 1,07	0,49
ACD (mm)	3,26 ± 0,40	3,18 ± 0,44	0,50
K (D)	43,54 ± 1,58	44,04 ± 1,07	0,18
POTENCIA (D)	20,69 ± 2,66	21,88 ± 2,93	0,15
EE (D)	-0,27 ± 0,11	-0,22 ± 0,16	0,19
ESFERA (D)	-2,28 ± 2,62	-0,74 ± 2,09	0,00
CILINDRO (D)	-0,69 ± 0,68	-0,88 ± 0,63	0,28
EJE (º)	68 ± 65,50	72,3 ± 48,17	0,78

Figura 13: datos preoperatorios de los pacientes, donde AL: longitud axial, ACD: profundidad de cámara anterior, K: potencia corneal anterior media, PL: potencia de la lente implantada y EE: equivalente esférico estimado.

En los valores preoperatorios existen diferencias significativas entre los portadores de la lente ZCB00 y la FineVision en el valor de la esfera preoperatoria, donde se observa que los pacientes del grupo de la lente monofocal presentan una miopía superior a los pacientes de la lente trifocal pero manteniendo una longitud axial similar. El error refractivo preoperatorio puede verse influenciado por la presencia de la catarata.

Los datos refractivos de los pacientes tras la cirugía de catarata se resumen a continuación.

	ZCB00	FineVision	p valor
ESFERA (D)	-0,03 ± 0,29	-0,02 ± 0,10	0,95
CILINDRO (D)	-0,28 ± 0,45	-0,02 ± 0,10	0,02
EJE (º)	26,79 ± 46,49	6,36 ± 29,85	0,08
AD VI (D)	1,21 ± 0,53	0,00	-
AD VP (D)	2,35 ± 0,72	0,00	-

Figura 14: datos postoperatorios de los pacientes, donde: AD: adición, VI: visión intermedia y VP: visión próxima.

Existe diferencia significativa en el valor del cilindro postoperatorio, siendo mayor el error en aquellos pacientes que portaban la lente ZCB00.

Las AV en visión lejana obtenidas con distintas condiciones de iluminación, con y sin deslumbramiento y con y sin corrección se recogen en el siguiente gráfico.

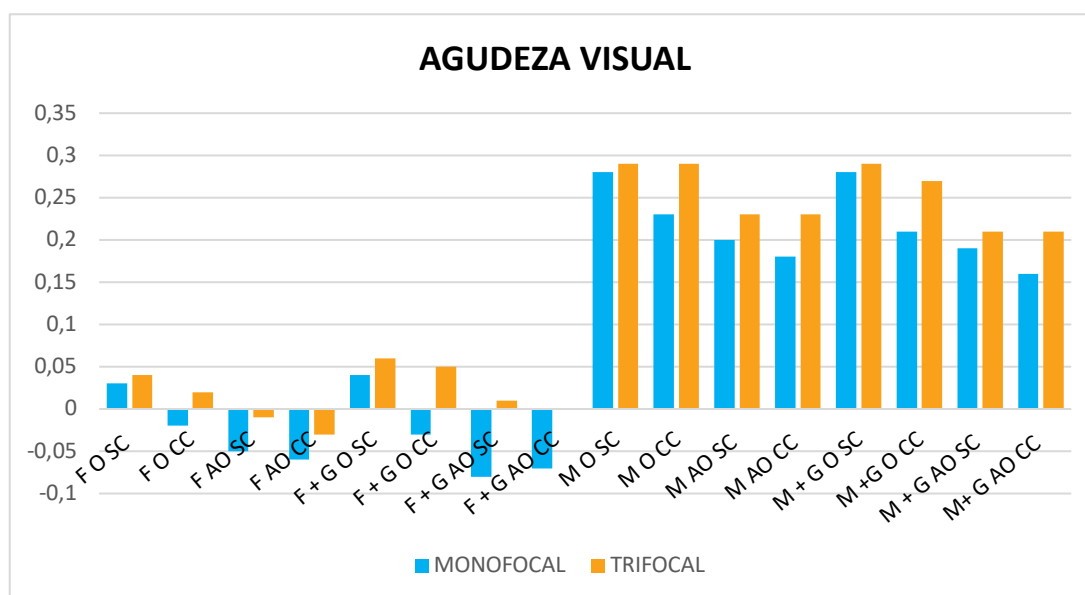


Figura 15: agudezas visuales de los pacientes separados por lente monofocal o trifocal, donde F: fotópica, M: mesópica, G: deslumbramiento, O: monocular, AO: binocular, SC: sin corrección y CC: con corrección.

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la AV fotópica monocular con corrección, en la fotópica binocular con corrección, en la AV fotópica con deslumbramiento monocular con corrección, en la fotópica binocular con deslumbramiento sin corrección y con corrección y en la mesópica monocular con corrección. En todos los casos la mejor AV se obtiene con la lente ZCB00. En general, se obtienen mejores resultados en la lente monofocal pese a no ser estadísticamente significativos-

Las curvas de desenfoque de los pacientes con la lente FineVision se resume en las siguientes:

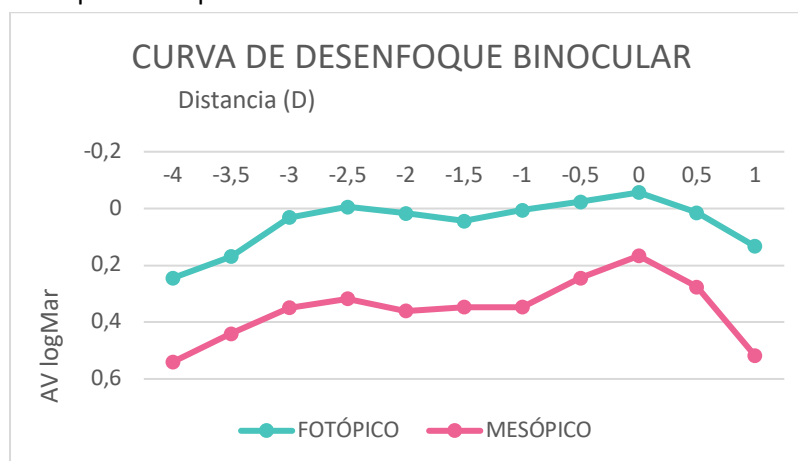


Figura 16: curva de desenfoque binocular en condiciones fotópicas y mesópicas de iluminación.

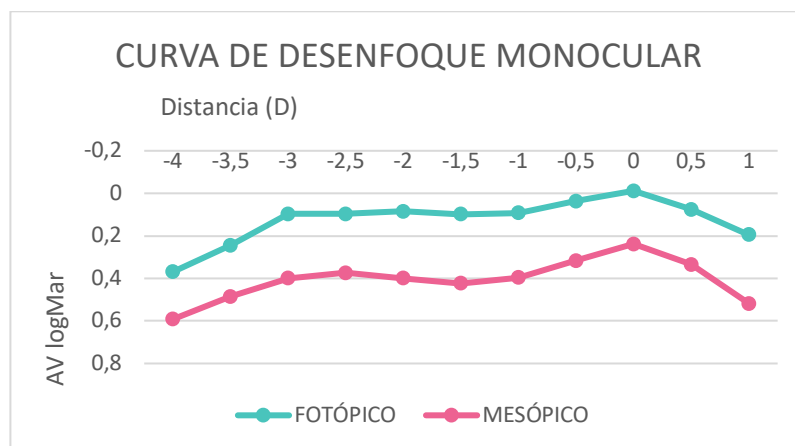


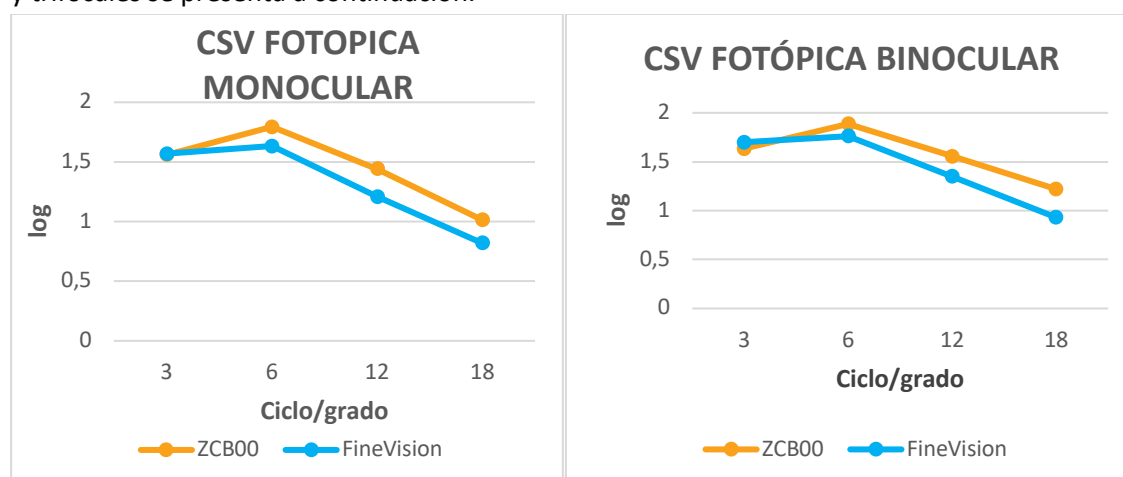
Figura 17: curva de desenfoque monocular en condiciones fotópicas y mesópicas de iluminación.

En la curva de desenfoque fotópica, la mejor AV es de -0,06 logMar en binocular y -0,02 logMar en monocular y se obtiene en visión lejana (VL), con 0,00 D. Para la visión intermedia (VI), en binocular el mejor resultado es de -0,01 logMar con la lente de -2,50 D, que equivaldría a una distancia de 0,40 m. En monocular el mejor es de 0,08 logMar con una lente de -2,00 D que equivale a una distancia de 0,50m. En visión próxima (VP), con la lente de -3,00 D, es decir, a 0,33 m se consigue una AV de 0,04 logMar en binocular y 0,10 logMar en monocular.

En la curva de desenfoque mesópica, la mejor AV es de 0,16 logMar en binocular y de 0,24 logMar en monocular y se obtiene en VL. En VI, con la lente de -2,50 D, se consigue una AV de 0,32 logMar en binocular y 0,38 logMar en monocular. En VP, con la lente de -3,00 D, los resultados en binocular son de 0,34 logMar y en monocular de 0,40 logMar.

Los peores resultados se obtienen en VP con la lente de -4,00D, que equivale a 0,25 m tanto en la CD fotópica como en la mesópica y del mismo modo para binocular que para monocular.

La curva de sensibilidad al contraste con distintas condiciones de iluminación para lentes monofocales y trifocales se presenta a continuación.



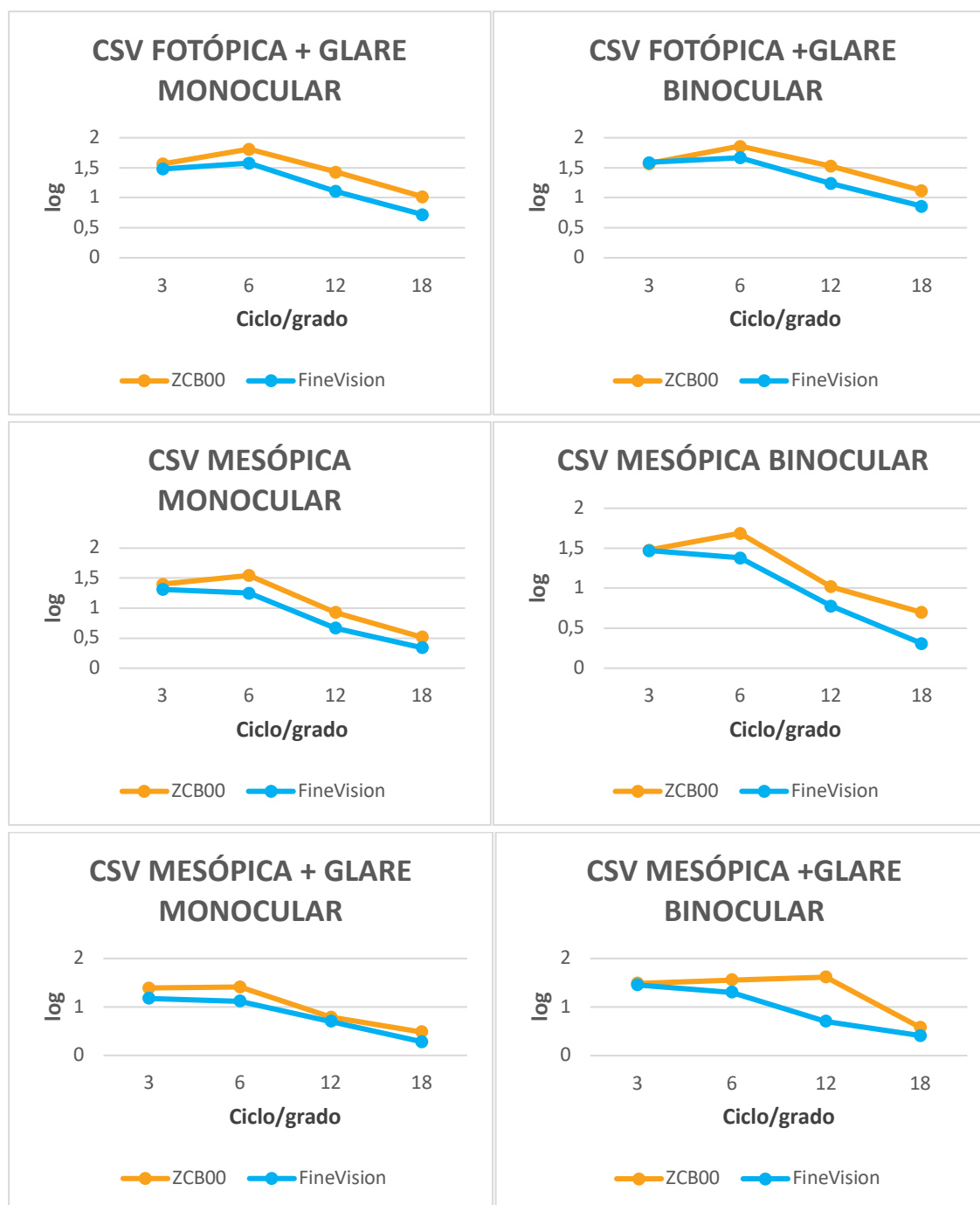


Figura 18: curva de sensibilidad al contraste de los pacientes.

En la sensibilidad al contraste, tanto en visión monocular como binocular y con todas las condiciones de iluminación, hay diferencias significativas para las frecuencias espaciales de seis, doce y dieciocho ciclos por grado, obteniéndose valores más altos en el grupo de la lente monofocal. Además, también encontramos diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de 3 ciclos/grado en condiciones mesópicas con deslumbramiento monocular, dónde las monofocales vuelven a presentar los resultados más altos. En el resto de frecuencias también son el grupo de las monofocales el que obtiene mejores resultados, pero no son significativos.

Los resultados de la halometría de los pacientes fueron los siguientes:

	MONOFOCALES		TRIFOCALES		p valor
	MEDIA	DE	MEDIA	DE	
Discriminación Lineal Binocular	0,88	0,06	0,84	0,11	0,16
Discriminación Cuadrática Binocular	0,84	0,28	0,90	0,08	0,37
Discriminación Lineal Monocular	0,80	0,09	0,79	0,12	0,81
Discriminación Cuadrática Monocular	0,86	0,09	0,86	0,10	0,92

Figura 19: resultados de la halometría de los pacientes.

No hay diferencias significativas entre las halometrías de los pacientes implantados con LIO monofocal y LIO trifocal.

6. DISCUSIÓN

La función visual no solo se limita a la medida de la agudeza visual, existen otros muchos parámetros que describen la visión de las personas. Es por esto que existe la necesidad de llevar a cabo un estudio exhaustivo de, no solo la AV, si no otras variables como la SC, la presencia de disfotopsia y las variaciones de estas en distintas condiciones de iluminación.

Puesto que las lentes monofocales están optimizadas para una única distancia, es de esperar que su AV en esta, sea mayor que la de las lentes trifocales. En los resultados se observa que, la AV con corrección en los portadores de la lente ZCB00 es significativamente mejor que en los portadores de la lente FineVision. En el caso de AV sin corrección, siguen siendo mejores los resultados con la lente ZCB00, pero no son diferencias significativas como en el caso de las AV con corrección, esto puede deberse a la mayor prevalencia del cilindro postquirúrgico en los portadores de la lente monofocal. Al corregir ese error refractivo, se obtiene una AV óptima que es superior a la obtenida con la lente trifocal. La AV disminuye en ambas lentes y de la misma manera con iluminación mesópica, por lo que podemos concluir que no hay diferencias significativas en visión lejana con una iluminación baja entre los dos tipos de lentes. Esto se debe a que disminuye el contraste del test y comienzan a trabajar los bastones, los cuales no aportan información de los destalles. El deslumbramiento, en contraposición, no varía significativamente la AV en ninguno de los grupos, pero afecta significativamente más a la lente trifocal en condiciones fotópicas.

Los pacientes con lentes trifocales obtuvieron una AV monocular sin corrección en fotópico de $0,04 \pm 0,07$ logMar y con corrección $0,02 \pm 0,06$ logMar. Estos datos se comparan con otros estudios como el de Carballo et al³⁶ realizado en 22 pacientes (44 ojos) donde implantaron la lente intraocular multifocal FineVision de PhysiOL evaluaron los resultados visuales tras la cirugía de catarata y el implante de una lente intraocular y el de Sheppard et al³⁷ donde llevan a cabo un estudio en 15 pacientes (30 ojos) dónde evalúan los resultados clínicos y subjetivos del implante de la lente trifocal difractiva FineVision

de PhysiOL. Tras la comparación se observa que la AV monocular, fotópica, con corrección, en visión lejana, de los pacientes con lente trifocal es similar a la obtenidos por los autores Carballo et al. (0,05 logMar) o Sheppard et al. (0,08 logMar). En cambio, los valores obtenidos sin corrección son menores que los obtenidos de dichos autores (0,21 logMar y 0,19 logMar respectivamente), esto puede deberse a que el cilindro postoperatorio de los pacientes era mayor que el de los pacientes de este estudio (-0,50 D y -0,48 D respectivamente). En el caso de la AV mesópica, en este estudio se ven grandes diferencias respecto a la fotópica, en contraposición con los dos estudios mencionados, que obtenían AV similares a las medidas en fotópico.

La CD se llevó a cabo en los pacientes con la lente FineVision con iluminación fotópica y mesópica, para comprobar como afectan las condiciones de iluminación en la visión de dichos pacientes. En esta, suponíamos que se obtendrían tres puntos de mejor AV. Sin embargo, en los resultados de la curva de desenfoque fotópica, se observa un mantenimiento de la agudeza visual entre el foco de cerca (simulado con la lente de -3,00 D) y el foco de intermedia (simulado con la lente de -2,00 D) y se mejora en el foco de lejos (sin ninguna adición). La mejor AV, como era de esperar por la cantidad de energía que se destina a este foco (43%), se obtiene en VL. En condiciones mesópicas de iluminación se ven más reducidos los resultados del foco de VI, esto puede deberse a la menor cantidad de energía luminosa que se dirige en este foco (15%) que, por lo tanto, se ve más afectado al disminuir la iluminación. Los resultados fueron mejores, en general, para visión binocular en comparación con la monocular, puesto que las lentes multifocales dan mejor resultado en binocular. En bajas condiciones de iluminación, no se obtiene con ningún foco una buena AV ya que la distribución de la luz, permite una buena AV en condiciones fotópicas, pero al disminuir la iluminación, esta distribución es insuficiente. El rango de buena visión fotópico se encuentra entre -3,00 D y +1,00 D.

Comparando estos resultados con los autores Carballo et al, y Sheppard et al., se observa la misma continuidad entre VP y VI. El rango de visión clara es similar en ambos estudios y coincide con los resultados obtenidos en este, era de esperar puesto que utilizan la misma lente con la misma adición en cada uno de sus focos. Sin embargo, cuando hablamos de la CD obtenida en condiciones mesópicas, disminuye significativamente la AV con respecto a la obtenida en condiciones fotópicas (entre 0,2 logMar y 0,3 logMar) y del mismo modo se puede observar esta diferencia en Carballo (0,3logMar), pero es en los valores de Sheppard, donde hay gran diferencia (<0,1 logMar), ya que no hay diferencias significativas entre las dos condiciones de iluminación. Con iluminaciones bajas, estos autores, coinciden en que el foco más afectado es el de VI.

En el estudio de Wang et al.³⁸ realizado a 68 pacientes (81 ojos) donde se compara una LIO multifocal refractiva (SBL-3) y una LIO difractiva apodizada (Acrysof IQ ResTOR SN6AD1), se analiza la CD monocular, en condiciones fotópicas de ambas lentes multifocales. En dicho estudio se puede observar que los pacientes con la lente difractiva obtuvieron resultados muy similares a los obtenidos en el presente estudio, tanto en el rango de buena visión como en los picos en VL y VP y el mantenimiento en VI, por lo que ratifica los resultados que se han obtenido en este estudio con la lente FineVision. Es en los pacientes con la lente refractiva donde se observa una gran mejora de la AV, tanto en el foco de VI como en el de VP. Por otro lado, en el estudio de Calvo et al.³⁹ dónde se caracteriza el funcionamiento de dos lentes intraoculares multifocales refractivas de manera monocular en 20 pacientes (20 ojos), se observa que los resultados en condiciones fotópicas de la CD son similares para

VL y VI, pero para VP son inferiores a los obtenidos con la lente FineVision, sobretodo con la LIO de adición media. No es de extrañar que los resultados obtenidos difieran de los de las lentes difractivas ya que se compara con una LIO de diversa óptica.

En el caso de la SC, existen diferencias estadísticamente significativas entre la lente ZCB00 y la FineVision tanto en visión fotópica como en mesópica para frecuencias espaciales medias y altas (6, 12 y 18 c/g), siendo la primera lente la que proporcionó mejores resultados. En la SC medida en condiciones fotópicas y mesópicas con deslumbramiento, se obtienen las mismas diferencias a excepción de la SC binocular mesópica con deslumbramiento, donde a pesar de que siguen siendo mejores los resultados de la lente monofocal, la diferencia no es significativa. Se realizaron las medidas tanto en monocular como en binocular, siendo esta última la condición con la que se obtuvieron mejores resultados, dado que el funcionamiento de las lentes multifocales mejora en binocular por el efecto de la sumación binocular⁴⁰. En el caso de la sensibilidad en presencia de deslumbramiento, se ve reducida en comparación con la correspondiente sin deslumbramiento. Esto se debe a que la luz del deslumbramiento se reparte entre todos los focos y aquellos no utilizados deslumbran al que se está utilizando.

En el estudio de Zamora de la Cruz et al.⁴¹ dónde evalúan los resultados y la calidad visual en 12 pacientes (24 ojos) de una lente bifocal (ReSTOR) una lente multifocal (PanOptix), se obtienen unos valores binoculares fotópicos dentro de la normalidad para frecuencias espaciales bajas. Sin embargo, la sensibilidad al contraste se ve muy reducida y fuera de los valores normales, de la misma manera que la lente de este estudio, para frecuencias medias y altas. En el estudio de Ferrer-Blasco et al.⁴² dónde se evaluó en 37 pacientes (78 ojos) la sensibilidad al contraste monocular en visión próxima y lejana y en condiciones fotópicas y mesópicas de iluminación tras el implante de una lente multifocal difractiva apodizada, se observa un comportamiento similar en todas las frecuencias. Sin embargo, los valores en todas ellas son mayores a los obtenidos en el presente estudio. Esta diferencia es especialmente notoria en condiciones mesópicas, por lo que puede explicarse por la óptica de la lente difractiva apodizada, que presenta un comportamiento refractivo cuando el tamaño pupilar es mayor, lo que se corresponde con condiciones de baja iluminación.

Cabe esperar, que los pacientes con lentes multifocales, debido a la división de energía lumínica para cada uno de los focos, refieran una mayor presencia de halos que las monofocales. En contraposición, los resultados obtenidos en este estudio indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las halometrías de los pacientes con LIO monofocal y LIO trifocal. Esto se puede explicar porque al aumentar el tamaño de la pupila en visión escotópica, se produce una dominancia del foco de VL lo que hace que tenga un comportamiento más parecido al de las lentes monofocales. Sin embargo, en el estudio de Buckhurst et al.⁴³, donde estudian la disfotopsia en 45 pacientes, provocada por tres lentes intraoculares, una lente multifocal difractiva (Tecnis ZM900), una multifocal refractiva segmentada (Lentis Mplus MF30) y una monofocal (Softec-1), se observa que los pacientes con lente multifocal difractiva presentan un tamaño de halo significativamente mayor que en aquellos con la lente monofocal y la lente refractiva segmentada (que posee un comportamiento similar a la lente monofocal en la zona superior y más parecido a la multifocal difractiva en la zona segmentada). En dicho estudio, se realiza una categorización subjetiva de la disfotopsia, donde el 73% de los pacientes con la lente ZM900 refieren la presencia de halos, frente a un 13% de los pacientes con la lente MF30. Esto confirma lo que concluyen de manera objetiva mediante la halometría. Se Comparan

estos resultados con estudios subjetivos de la disfotopsia como el de Monaco et al.⁴⁴, en el cual se estima la presencia de disfotopsia mediante el cuestionario QoV en dos LIOs multifocales, una trifocal difractiva y una de rango extendido. En este, no existieron diferencias significativas entre las puntuaciones de las dos lentes multifocales, aunque ambas fueron significativamente superiores a las de la LIO monofocal. El síntoma más acusado en las lentes multifocales fue el halo donde lo refirieron un 15% de los pacientes con LIO trifocal difractiva y un 25 % de los de la LIO de rango extendido. Estos hallazgos muestran el problema con la medida de la presencia de halos y deslumbramiento en los pacientes con implante de LIO y respaldan la necesidad de realizar estudios para encontrar una prueba objetiva que sea capaz de medir dichos fenómenos.

Uno de los puntos a mejorar en este estudio sería el tamaño de la muestra, sería necesario un número mayor de pacientes para tener unos resultados más fiables y representativos de la población. Otra limitación es la halometría, ya que pese a la premisa de que los pacientes con LIOs multifocales difractivas presentan más halos que aquellos con LIOs monofocales, en este estudio no se ha observado tal apreciación. Esto podría deberse a la sensibilidad del método de obtención de dichos datos, ya que no hay una metodología objetiva establecida a nivel global⁴⁰.

A la hora de decantarse por una lente intraocular para la implantación tras la cirugía de catarata habrá que tener en cuenta todos los aspectos estudiados. Una lente monofocal si no realiza tareas en visión próxima o intermedia ya que obtendrá una AV mayor; una lente multifocal en el caso de realizar tareas en todas las distancias ya que te permite un rango de buena visión mucho mayor que la lente monofocal. En casos de pacientes con una SC baja previa a la presencia de la catarata, no se optaría por las lentes multifocales para implantarlas tras la cirugía de extracción de cristalino ya que la empeorarían, comprometiendo la función visual en su día a día a pesar de conseguir buenos resultados en la AV. En aquellas personas que conducen por la noche se debería avisar previamente la limitación que presenta la LIO por la presencia de halos ya que son especialmente molestos y discapacitantes en esta situación por los faros de los coches en visión mesópica.

7. CONCLUSIÓN

- La AV fotópica con corrección es mayor en los pacientes con la lente ZCB00 implantada, mientras que en mesópico no hay diferencias. El deslumbramiento afecta más a la AV de los pacientes con la lente FineVision implantada.
- La curva de desenfoque presenta una mejor agudeza visual en VL que en el resto de distancias. Existen dos picos de mejor visión que corresponden con los focos de visión lejana y visión próxima. En condiciones mesópicas la agudeza visual empeora y el foco más afectado es el de VI.
- La SC es menor, para frecuencias medias y altas en los pacientes a los que se les implantó la lente FineVision.
- No existen diferencias significativas en la presencia de halos, tanto en monocular como en binocular, entre los pacientes con la LIO ZCB00 y la LIO FineVision.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. OMS. Salud Ocular Universal: un plan de acción mundial 2014-2019. Ginebra: OMS; 2013 [citado 20 febrero 2020]. Disponible en: https://www.who.int/blindness/AP2014_19_Spanish.pdf?ua=1
2. Acosta R., Hoffmeister L., Román R., Comas M., Castilla M., Castells X.. Revisión sistemática de estudios poblacionales de prevalencia de catarata. Arch Soc Esp Oftalmol [Internet]. Septiembre 2006 [citado 20 febrero 2020]; 81(9): 509-516. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912006000900005&lng=es.
3. Quiroz Haro M. Catarata. [Internet]. Rev Cubana Oftalmol. 2006 [citado 25 febrero 2020]; 14(21): 121-126. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Libros/Medicina/cirugia/Tomo_IV/archivospdf/08catarata.pdf
4. Carretero León G. Dra. Gloria Carretero León [Internet]. 11 junio 2019. [citado 25 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.clinicaoculardoctoracarretero.es/2019/06/>.
5. Santiago Arango MD. Fotos Catarata y Lentes Intraoculares. Santiagoarangomd [Internet]. [citado 25 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.santiagoarangomd.com>.
6. Andrés Rosas A, J. Catarata cortical [Internet]. [citado 25 febrero 2020] Cataratas. Disponible en: <http://med.javeriana.edu.co/oftalmologia/materiales/catarata.htm>
7. Ramos Gómez Eduardo Ariel, Rodríguez Masó Susana, Copello Noblet Mirtha, Linares Guerra Marilyn, Reselló Leyva Annelise, Rodríguez Cabrera Norma. Catarata congénita y baja visión. Rehabilitación visual en un grupo de pacientes. Rev haban cienc méd [Internet]. Marzo 2011 [citado 2 marzo 2020] ; 10(1): 61-76. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2011000100010&lng=es.
8. Urrutia Bretón IP, Lima Gómez V. Opacidad del cristalino de acuerdo al sistema LOCS III en una muestra hospitalaria mexicana. Rev Hosp Jua Mex [Internet]. 2010 [citado 2 marzo 2020]; 77(1): 43-49. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/juarez/ju-2010/ju101h.pdf>
9. Endophthalmitis Study Group, European Society of Cataract & Refractive Surgeons. Prophylaxis of postoperative endophthalmitis following cataract surgery: results of the ESCRS multicenter study and identification of risk factors. J Cataract Refract Surg [Internet]. Junio de 2007 [citado 2 marzo 2020]; 33(6): 978-88. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17531690/>
10. Pershing S, Kumar A. Phacoemulsification versus extracapsular cataract extraction: where do we stand?. [Internet] Curr Opin Ophthalmol. Enero 2011 [citado 7 marzo 2020];22(1):37-42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>.
11. Pérez González Henry, García Concha Yanet, Zozaya Aldana Beatriz. Síndrome pseudoexfoliativo y cirugía de catarata. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. 2012 Dic [citado 7 marzo 2020] ; 25 (2): 303-311. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762012000200014&lng=es.
12. Boulter T, Bernhisel A, Mamalis C, Zaugg B, Barlow WR, Olson RJ, et al. Phacoemulsification in review: Optimization of cataract removal in an in vitro setting. [Internet]Surv Ophthalmol. Diciembre de 2019 [citado 7 marzo];64(6):868-75. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>.

13. Blázquez Sánchez V, Díaz Castillo E. . Innovaciones en cirugía de catarata. [Internet] Gaceta de optometría y óptica oftálmica. Mayo 2013. [citado 8 marzo 2020]; 481: 62-68. Disponible en: <https://www.cnoo.es/inicio>.
14. Hernández Rodríguez C J, Montalbán Llamusí R, Javaloy J, De Casas Á, Piñero Llorens D P. Análisis de la amplitud acomodativa en sujetos miopes tras el implante de lente intraocular fáquica de cámara posterior [Internet]. Gaceta de optometría óptica oftálmica. Diciembre 2018. [citado 8 marzo 2020]; 542: 52-58. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es>.
15. Roberto Muñoz M. Corrección de astigmatismo con Lente intraocular tórica en pacientes con catarata. [Doctor]. Universidad Autónoma de Barcelona; 2011. [citado 8 marzo 2020]
16. Koch DD, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. J Cataract Refract Surg [Internet]. 2012 Dic [citado 9 marzo 2020];38(12):2080–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23069271/>
17. Andújar Coba Patricia, Lantigua Maldonado Isabel C, Hormigó Puertas Iraisí Francisca, Fernández García Keyly. Monovisión con lente intraocular monofocal en pacientes presbitas. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. 2010 [citado 9 marzo 2020] ; 23(Supl 2): 781-789. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762010000400011&lng=es.
18. Lentes intraoculares premium | Institut Català de Retina [Internet]. [citado 7 marzo 2020]. Disponible en: <https://icrcat.com/tecnologia-icr/lentes-intraoculares-premium/>.
19. Ong HS, Evans JR, Allan BDS. Lente intraocular acomodativa versus implantación estándar de lente intraocular monofocal en la cirugía de cataratas [Internet]. Cochrane Database of Systemic Reviews [citado 11 marzo 2020]. Mayo 2014 Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>.
20. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Correlation between pupillary size and intraocular lens decentration and visual acuity of a zonal-progressive multifocal lens and a monofocal lens. [Internet] Ophthalmology. 1 de noviembre de 2001 [citado 11 marzo 2020] ;108(11):2011-2017. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>.
21. Calvo Sanz JA. Método de cálculo de potencia de lentes intraoculares con manejo del astigmatismo corneal: validación del método bicilíndrico [Doctor].[Internet] Universidad Complutense de Madrid; 2019. [Citado 18 marzo 2020] Disponible en: <https://eprints.ucm.es/55796/1/T41170.pdf>.
22. Blázquez Sánchez V, Díaz Castillo E. . Innovaciones en cirugía de catarata. [Internet] Gaceta de optometría y óptica oftálmica. Mayo 2013. [citado 18 marzo 2020]; 481: 62-68. Disponible en: <https://www.cnoo.es/inicio>.
23. Laboratorios Alcon®. Especificaciones técnicas AcrySof® IQ ReSTOR IOL. [Internet]. [citado 18 marzo 2020]. Disponible en: <https://professional.myalcon.com>.
24. Amor Ruiz IM, Cáiz Hernandez B. Lentes intraoculares (LIO): multifocales y acomodativas. [Internet]. Panorama Actual Med. 2013 [citado 19 marzo 2020] ; 27 (368): 1117-1121. Disponible en https://gruposdetrabajo.sefh.es/gps/images/stories/publicaciones/Lentes_intraoculares_LIO_multifocales_y_acomodativas._Noviembre_2013.pdf .
25. Muñoz Mendoza M, Garzón Jiménez N, Fernández García a. Corrección de la presbicia con lentes intraoculares multifocales.[Internet] Gaceta óptica: Órgano Oficial del Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas de España. 2009. [citado 19 marzo 2020] ; 435 (2009): 36-42.

26. Laboratorio Zeiss®. Catálogo IOL MASTER® 700 [Internet]. [Citado 20 marzo 2020]. Disponible en: <http://www.asta-tec.com/wp-content/uploads/2018/09/IOL-Master-700.pdf>.
27. TOPCON. Wave-Front Analyzer KR-1W. Eye Care. [Internet]. [citado 25 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.topcon.co.jp>.
28. OCULUS®. Catálogo Pentacam® HR. Core Functions [Internet]. [citado 25 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.pentacam.com>.
29. Told R, Baratsits M, Garhöfer G, Schmetterer L. ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study)-Visus. Ophthalmologie [Internet]. 2013 Oct 20 [citado 26 marzo 2020];110(10):960–5. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00347-013-2813-2>.
30. Álvarez AL, Álvarez JE, Quiroz D del P, Bedoya D. Fiabilidad del CSV 1000 para evaluar la función de sensibilidad al contraste en infantes entre los siete y diez años. Cienc y Tecnol para la Salud Vis y Ocul [Internet]. 2010 Jan 1 [citado 26 marzo 2020];8(1). Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol8/iss1/3>.
31. Jimenez Cuesta JR, et al. Software halo v1.0. Guía de usuario. [Internet]. 2008. [citado 27 marzo 2020]. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/5477/Halo%20v1.0%20Gu%C3%ADa%20de%20usuario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
32. Ortiz C, Castro JJ, Alarcon A, Soler M, Anera RG (2013). Quantification and monitoring of visual disturbances for patients with cataracts using Halo v1.0 software. [Internet]. *IWBBIO*. 2013. [citado 27 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org>.
33. Palomino Bautista C, Díaz Valle D, Benítez del Castillo JM, Castillo Gómez A. LIO difractiva Tecnis M de AMO: resultados visuales. [Internet]. Ponencia presentada en Lentes intraoculares vífocales, multifocales y acomodativas en cirugía de cristalino. SECOIR; 2007) [citado el 28 marzo 2020] Disponible en: <https://secoir.org>.
34. Laboratorio PhysIOL®. The first trifocal diffractive IOL FINEVISION [Internet]. [citado 28 marzo 2020]. Disponible en: www.physiol.eu
35. Wahba SS, Riad RF, Morkos FF, Hassouna AK, Roshdy MM. Visual performance of the Tecnis one-piece lens ZCB00. Clin Ophthalmol [Internet]. 2011 Dec 22 [citado 29 marzo 2020];5(1):1803–8. Disponible en: [/pmc/articles/PMC3258090/?report=abstract](http://pmc/articles/PMC3258090/?report=abstract)
36. Carballo-Alvarez J, Vazquez-Molini JM, Sanz-Fernandez JC, Garcia-Bella J, Polo V, García-Feijoo J, et al. Visual outcomes after bilateral trifocal diffractive intraocular lens implantation Cataract and refractive surgery. BMC Ophthalmol [Internet]. 2015 Mar 14 [citado 6 abril 2020];15(1):1–6. Disponible en: <https://link.springer.com/articles/10.1186/s12886-015-0012-4>
37. Sheppard AL, Shah S, Bhatt U, Bhogal G, Wolffsohn JS. Visual outcomes and subjective experience after bilateral implantation of a new diffractive trifocal intraocular lens. [internet] J Cataract Refract Surg. 2013 Mar 1[citado 6 abril 2020];39(3):343–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0886335012014757>
38. Wang X, Tu H, Wang Y. Comparative Analysis of Visual Performance and Optical Quality with a Rotationally Asymmetric Multifocal Intraocular Lens and an Apodized Diffractive Multifocal Intraocular Lens. [internet] Baiocchi S, editor. Journal of Ophthalmology. 20 de abril de 2020 [citado 11 junio 2020]; 2020: 7923045. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/joph/2020/7923045/>.
39. Calvo-Sanz JA, Sánchez-Tena MA. Characterization of optical performance with defocusing curve: Analysis of two refractive intraocular lens models with high and medium addition.

- Journal of Optometry [internet]. 1 de enero de 2020 [citado 12 junio 2020] ;13(1):35-40. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
40. Sánchez JFA, Sanz LF-V, Micó RM, González AS, Raduan AA. LIOs difractivas de Acri.Tec: implantes asimétricos, simétricos y en piggyback. :18. [internet] [citado el 12 junio 2020]. Disponible en: <https://secoir.org>
 41. Zamora-de-la-Cruz D, Garzón M, Chávez-Mondragón E. Comparación de resultados visuales y de calidad de visión después del implante bilateral de lentes intraoculares trifocales frente a lentes intraoculares bifocales. RMO [internet]. 30 de enero de 2019 [citado 15 junio 2020]; 92(2): 640. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2018/rmo182b.pdf>
 42. Ferrer-Blasco Teresa, García-Lázaro Santiago, Albarrán-Diego César, Pérez-Vives Cari, Montés-Micó Robert. Contrast sensitivity after refractive lens exchange with a multifocal diffractive aspheric intraocular lens. Arq. Bras. Oftalmol. [Internet]. 2013 Abril [citado 16 junio 2020] ; 76(2): 63-68. Disponible en: <http://www.scielo.br>.
 43. Buckhurst PJ, Naroo SA, Davies LN, Shah S, Drew T, Wolffsohn JS. Assessment of dysphotopsia in pseudophakic subjects with multifocal intraocular lenses. BMJ Open Ophthalmol [Internet]. 2017 Jun 1 [citado 18 junio 2020];1(1):e000064. Disponible en: <https://bmjophth.bmj.com/content/1/1/e000064>.
 44. Monaco G, Gari M, Di Censo F, Poscia A, Ruggi G, Scialdone A. Visual performance after bilateral implantation of 2 new presbyopia-correcting intraocular lenses: Trifocal versus extended range of vision [Internet]. Journal of Cataract & Refractive Surgery. 1 de junio de 2017 [citado 24 junio 2020] ;43(6):737-47. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com>.